

# 一型海上支持 / 维护船安装深水多波束的可行性研究

殷宪峰

(广州海洋地质调查局, 广东 广州 510760)

**摘要:** 本文就深水多波束探测系统在一型海上支持 / 维护船可能的安装形式、安装位置、改装施工工程、对原船影响、需要采取的相关措施及加装总成本等方面进行可行性分析, 并提出安装建议方案。

**关键词:** 试海上支持 / 维护船; 深水多波束; 导流罩

中图分类号: U666.7

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2020) 05—0082—03

## 1 基本情况

近年来受国际低迷油价对海工市场的冲击影响, 国际海工市场普遍存在船东撤单、改单以及“交付难”现象, 交不出去的海工船与日俱增并不断挑战“库存”高压线。在国家有关部委倡议带动下, 把现有海工船通过主甲板面加装调查设备、水下加装声学设备改造成具备科考能力的一型钻探保障船, 为“冰窟”中挣扎的海工船企探索出盘活资源、消化库存、充分利用资源的新模式。探讨在一艘 85 米海上支持 / 维护船 (简称: 原船) 加装深水多波束探测系统可行性为例, 践行改造成科考船的先河。

经对原船改造后, 可作为保障船辅助大洋钻探船开展各项保障作业; 可作为调查船独立开展海上科学考察; 保留原船海工作业、物资运输、应急救援等作业能力。所以该船现有的功能舱室及设备如月池、水泥罐、定位锚等均保留。原船体主甲板以下部分水密舱壁也基本保持不变。同时再通过增加科考设备及系统、提高吊机配置 (从原船 100 吨提高到 150 吨) 等来满足支持保障、环境监测等需求。

主要技术数据如下:

总长	85.000 m	型深	8.000 m
水线长	81.128 m	吃水	6.300 m
垂线间长	77.750 m	全船肋距	0.6m
型宽	22.000 m	设计航速	12.5 kn

## 2 深水多波束探测系统基本组成与安装要求

### 2.1 系统基本组成

深水多波束探测系统通常由水上和水下两部分组成。

水上部分由声纳主机机柜、声纳主机电源机柜, 前放机柜、2 个发射接线箱、服务器组件、3 台计算机、打印机、绘图仪和几个传感器组成。水上部分可以增设声学设备间或与主甲板实验室进行设备及作业操作空间共用。

水下部分主要包括水下发射声基阵 (包含一个框架和若干个发射换能器模块, 每个发射换能器模块引出一根电缆)、水下接收声基阵 (包含一个框架和若干个接收水听器模块, 每个接收水听器模块引出一根电缆) 和声速计三部分组成。水下

部分的布置及安装方案应根据原船实际情况, 做慎重考虑。

### 2.2 系统基本安装要求

(1) 保持足够的平直度和准确的相对角度: 接收声纳阵垂直于船龙骨方向 (即沿船宽方向) 安装, 发射声纳阵平行于船龙骨方向 (即沿船长方向) 安装。两声纳阵互相垂直, 尽量平分。两声纳阵阵面要求位于同一水平面上, 阵面紧邻。

(2) 避免气泡振动或噪声干扰: 由于深水多波束探测系统为水下声学设备, 水下气泡或船体振动、噪声都可能对深水多波束探测系统的正常工作产生严重影响, 因此, 对于该系统的基本安装环境要求是: 尽量避免受到水下气泡或船体振动、噪声的干扰。

(3) 自带结构框架: 水下发射声基阵和水下接收声基阵出厂时一般自带结构框架, 方便船底安装和设备的自我保护。

(4) 大致尺寸范围: 目前可提供国内外发射和接收角度为 1 度 \* 1 度的万米深水多波束探测系统, 接收声纳阵、发射声纳阵的尺寸大致有 6m\*6m, 8m\*8m 等长度。如果发射角和接收角变小, 则相对尺寸进一步加大; 反之则尺寸变小。

## 3 系统船底安装形式基本分析

### 3.1 基本安装形式

深水多波束探测系统安装一般采用船底安装形式, 基本为三种方案, 如图 1-3 所示:

- A. 内嵌式平底安装;
- B. 导流罩式的凸出安装;
- C. 贡多拉吊舱式 (GONDOLAS) 安装。

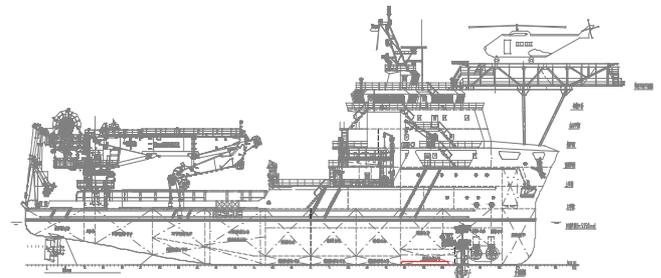


图 1 A. 内嵌式平底安装

一般情况下, 从阻力角度看: 内嵌式平底安装, 附体阻

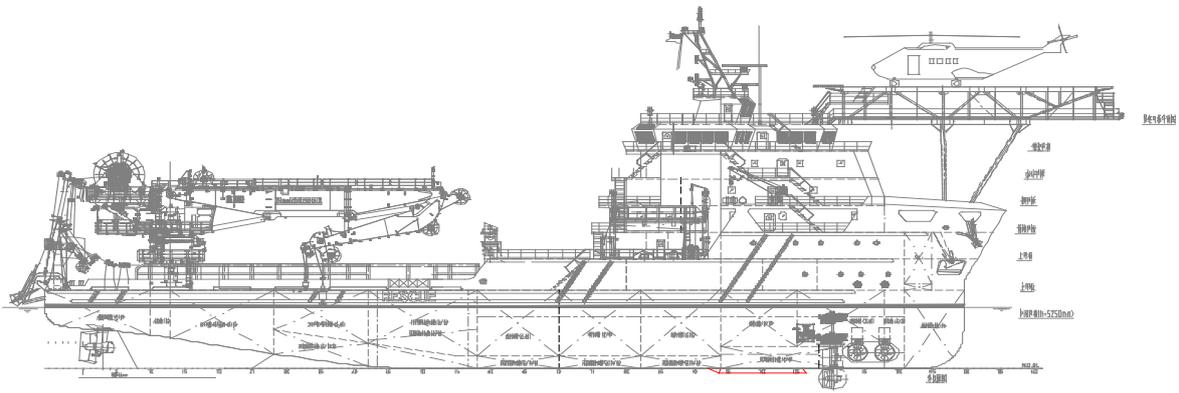


图 2 B. 导流罩式凸出安装

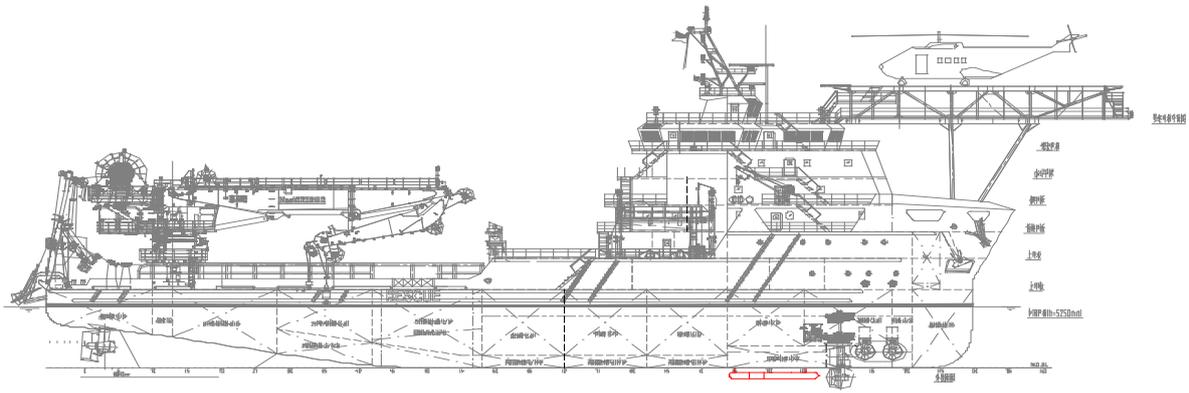


图 3 C. 贡多拉吊舱式 (GONDOLAS) 安装

力没有增加。导流罩式的凸出船底安装，凸出高度从 450mm 到 600mm 不等（一般由多波束换能器阵的尺寸确定），在设计航速段增加的附体阻力一般在 8%~15% 之间，设计航速下降约 0.3~0.5 节不等。贡多拉吊舱式 (GONDOLAS) 安装，吊舱体突出船底高度从 1300mm 到 1600mm 不等，在设计航速段增加的附体阻力一般在 18%~25% 之间，设计航速下降约 0.5~1.0 节不等。所以，从阻力角度首选内嵌式平底安装。

从多波束探测效果看，一般设备商首推贡多拉吊舱式 (GONDOLAS) 安装方案，该方案对多波束探测效果最好。而从船模试验数据和实际装船统计结果看，导流罩式的凸出船底安装形式，同样可以取得良好的多波束探测效果。关键在于，船厂安装的质量和对于安装方式的设计把控。

一般设备商会对其多波束产品的安装环境提出具体要求，在施工允许的条件下，应尊重设备商的意见。

### 3.2 原船多波束的限制条件

由于被改造原船系为海工船型，船首较宽大，航行期间易产生兴波干扰，而兴波产生的气泡易下滑至多波束安装区域的船底。

另外船首的 2 套首侧推装置和 1 套伸缩式全回转推进器工作时，也易产生气泡下滑至多波束安装区域的船底。但伸缩式全回转推进器的工作时段可以避开多波束的运行，影响较小。

其次，从原船发电机组底座前舱壁到船首伸缩式全回转推进器之间，仅有的一段机械振动干扰较小的船底区域为 14 档肋位，从 94#~108# 肋位如选择更长的肋位间距段安装，则

应充分考虑、评估机械振动的影响因素，先做现场振动和噪声值的实测。

以上因素，对于多波束规格的选择和安装将产生一定的限制。而且一旦船底结构施工处理不当，则多波束的使用效果将受到影响。因此，在确定安装方案之前，强调应对船底的噪声、振动情况作出实测评估。在此基础上，再做出较合理的安装方案。

### 3.3 安装施工方案比较

内嵌式平底安装方案，船体开孔尺寸较大，结构加强难度大，施工质量要求高；导流罩式的凸出船底安装，结构加强相对容易，施工简便，对船体破坏较小；贡多拉吊舱式 (GONDOLAS) 安装，结构复杂，体积和阻力大，吃水增加较大。

就改造船而言，综合考虑安装和施工因素，应选择导流罩式的凸出船底安装和贡多拉吊舱式 (GONDOLAS) 安装方式，当然导流罩凸出船底安装方式是首选。

### 3.4 理论分析与船模试验

基于设计院已有较多科考船及其各类多波束和其它声学设备的设计安装经历，也对气泡的形成原理及其水下走向做过较多的船模试验，了解气泡沿船体运动的基本性状。因此，对于解决多波束避免气泡干扰问题有自己的独特理解，并针对性地形成一些设计专利。这些分析、试验和专利结果，已经应用到近期即将交付使用的“蛟龙”号载人潜水器支持母船“深海一号”船首的形式中。

从船模试验结果看,支持我们对导流罩凸出船底安装方式的判断:有效的设计形式可以避免船底气泡对多波束的干扰。

### 3.5 实船安装案例

“探索一号”原船也是一艘近海海工船,而且推进方式和发电机组安装位置与本船相似。经当时分析论证了四种安装形式(包括在船首安装的考虑),最终选择的也是导流罩凸出船底安装形式。近期交付使用的“大洋号”综合科学考察船,多波束探测系统采用了导流罩凸出船底安装形式。前几年加装多波束的“海洋四号”船,采用了导流罩凸出船底安装形式。

从近几年的实船使用结果表明,其安装的深水多波束探测系统运行稳定,可以满足其执行各类海洋科学考察时,对地形探测的使用要求。

## 4 多波束安装有关建议

### 4.1 导流罩安装方式

综合分析,导流罩凸出船底安装方式已可以较好地解决船底结构强度和气泡干扰问题。所以,建议钻探保障船深水多波束探测系统,首选导流罩凸出船底安装形式。如果设备商对安装环境提出明确使用要求,则在施工允许的条件下,应充分尊重设备商的意见。

### 4.2 安装工程内容

水下部件的安装以及相应结构的加装、船体开孔、局部加强、涂装施工等工作,整个工作应在船坞内进行。多波束尺寸及其安装位置,最好选择在原船船首1/3范围(94#~108#肋位)内船底。如果考虑选择多波束发射声纳阵(即沿船长方向)的尺寸较大,则原船测深计程仪舱(在船首93#~94#肋位范围内)的位置需要后移一至二档肋位。或者,将测深计程仪舱移动到侧面位置。

一般而言,更长的多波束接收声纳阵的尺寸则会伸展到发电机组下方。如果安装,应先实测、评估振动噪声的情况。便于做出合理的多波束安装方案选择。

深水多波束探测系统水上系统安装。主要包括放置声纳主机各机柜专用舱室的改造、其它甲板部件安装以及电缆的走线等工作。建议在中间甲板增设一间声学设备间。

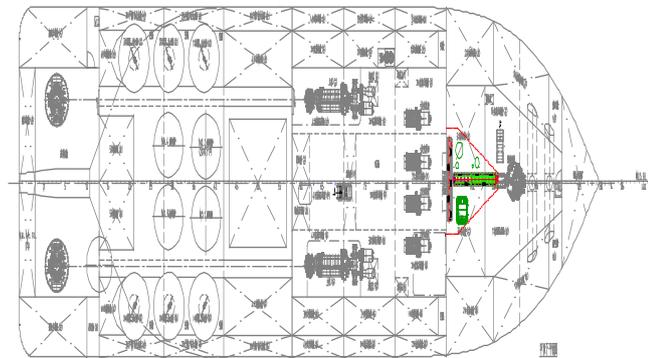


图4 深水多波束安装位置示意

### 4.3 对安装环境的评估

建议对作业航速下安装位置的振动与环境辐射噪声进行测量评估。

测量评估方法:测评人员随船出航,主机和发电机组启动后,现场实测振动值和噪声值,提交评估报告。如有必要,则应考虑对原船船体或设备基座采取一定减震降噪措施,提出建议加强的具体实施方案。

评估工作可委托有测量评估能力的单位进行。也可以提请多波束设备供应商提出判断。

### 4.4 其它考虑

安装深水多波束探测系统的施工阶段选择,可以与钻探保障船近期的改造工程同步进行;也可以在统筹考虑的基础上做出安装预留。

由于原船两套首侧推的开口直径较大,且位置偏低。钻探保障船在多波束作业航行阶段,首侧推开口附近可能产生部分气泡下泄,影响多波束探测作业。因此,可以在船舶运行一段时间后,对首侧推开口的影响程度和是否加装首侧推封盖作出判断。

改造完成后如果船首产生较多气泡,还可以通过在船首加装经济、简易型非水密斧型首,以达到减阻和消泡的性能目的。

## 5 多波束安装成本估算

多波束安装费用因船厂工艺、成本的不同而有所不同。一般嵌入式安装施工费用比凸出式安装费用高约40%至50%。

首侧推孔加封盖约180万/1套,2套共计360万。

如涉及对原船船体或设备基座采取一定减震降噪措施,则费用另算。

## 6 结论

(1) 钻探保障船加装多波束系统,建议安装方式首选导流罩形式安装,次选贡多拉吊舱式(GONDOLAS)安装。如果多波束设备商有明确的要求,以设备商的要求为准。

(2) 加装多波束探测系统后,全船总体性能和结构强度仍可满足船级社规范要求;布置空间可以满足其设备安装及测量作业的使用需求。

(3) 由于多波束系统作业对背景噪声及外部振动干扰等要求较高,尚需对本船现有主机在作业航速下多波束水下系统所处船体外板附近及关联区域做振动噪声测量评估,在获取有关数据及评估报告后对方案进行细化及完善。

(4) 凸出式安装船体施工费用以船厂的报价为准;首侧推孔加封盖2套共计360万。

### 参考文献:

[1] 朱锋,徐硕,李胜忠.基于CFD的“探索一号”科考船多波束测深仪安装方式研究[J].中国造船,2018(2)190-197.

[2] 曹瑞,田延飞,陈丹丹,李振阳,谭浩传.某海洋调查船多波束换能器安装方式的选择[J].中国水运(下半月),2016(1).